

Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) Terhadap Peningkatan Keterampilan Rekayasa dan Sikap Kewirausahaan

Dini Nurbayani¹, Anna Fitri Hindriana², Sulistyono³

¹Pendidikan Biologi, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Kuningan
email: 20191310004@uniku.ac.id

²Pendidikan Biologi, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Kuningan
email: anna@uniku.ac.id

³Pendidikan Biologi, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Kuningan
email: sulistyono@uniku.ac.id

APA Citation: Nurbayani, Dini., Hindriana, A.F, & Sulistyono. (2023). Pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM (PjBL-STEM) meningkatkan keterampilan rekayasa dan sikap kewirausahaan pada materi fermentasi sayuran. Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi, 15(1), 54-64. doi: 10.25134/quagga.v15i1.6469.

Received: 05-08-2022

Accepted: 03-10-2022

Published: 01-01-2022

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan rekayasa dan sikap kewirausahaan siswa setelah diimplementasikan Project Based Learning terintegrasi STEM (PjBL-STEM) pada materi fermentasi di kelas XI SMK Negeri 1 Kuningan. Metode penelitian menggunakan quasi experiment dengan desain pretest-posttest control group. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar observasi keterampilan rekayasa, survey skala sikap kewirausahaan dan angket. Analisis data meliputi hasil pretes, postes dan n-Gain untuk mengetahui peningkatan keterampilan rekayasa secara deskriptif dan survey skala sikap kewirausahaan. Hasil penelitian menunjukkan: 1) rata-rata n-Gain kelas eksperimen 0,81 dengan kriteria tinggi dan kelas control 0,32 dengan kriteria sedang; 2) sikap kewirausahaan siswa pada kelas eksperimen memperoleh rata-rata 78,33 dan rata-rata kelas kontrol 71,94.

Kata kunci: Pembelajaran berbasis proyek; STEM; keterampilan rekayasa; sikap kewirausahaan.

Abstrak: This study aims to improve students engineering skills and entrepreneurial attitudes after implementing STEM-PjBL on the fermentation subject in the 11th grade of SMK Negeri 1 Kuningan. The method of this study used quasi-experiment with a pretest-posttest control group design. Data collection techniques used skill observation sheets, entrepreneurial attitude scale surveys, and n-Gain to determine the improvement of engineering skills descriptively and a survey of an entrepreneurial attitude scale. The result showed a significant difference in the scores: 1) the average n-Gain for the experimental class is 0,81 with high criteria and the control class is 0,32 with medium criteria; 2) the average entrepreneurial attitude of students for the experimental class obtain 78,33 and control class is 71,94.

Keywords: Project Based Learning; STEM; engineering skills; entrepreneurial attitude.

PENDAHULUAN

Undang-undang No.2 Tahun 2003 menjelaskan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama agar siap bekerja dalam bidang tertentu. Lulusan yang diharapkan nantinya adalah lulusan yang siap bersaing secara global, berinovasi dan atau berwirausaha sehingga mereka menyumbang kontribusi besar dalam kemajuan teknologi dan pertumbuhan ekonomi di negaranya. Untuk

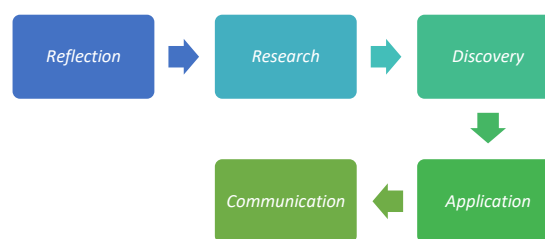
mewujudkan lulusan SMK yang terampil dan siap bekerja, sesuai dengan tuntutan keterampilan abad 21 yang menuntut pada kreativitas, pemecahan masalah, komunikasi dan kolaborasi, sesuai dengan kompetensi keahliannya, diperlukan metode pembelajaran yang dapat memfasilitasi penguasaan keterampilan, salah satunya pembelajaran berbasis proyek dimana peserta didik dituntut membuat proyek yang menghasilkan suatu produk bernilai guna tinggi.

Secara umum beberapa model pembelajaran inovatif yang bisa digunakan dalam pembelajaran di SMK yaitu *Discovery Learning*, *Inquiry Learning*, *Problem Based Learning*, *Project Based Learning*, *Production Based Learning*, dan *Teaching Factory*. Pemilihan model pembelajaran yang tepat mampu memfasilitasi peserta didik untuk belajar sesuai dengan bidang keahlian dan kompetensi yang harus dikuasainya. Pada kompetensi keahlian Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian, peserta didik dituntut agar mampu menghasilkan berbagai jenis olahan dari bahan komoditas hasil pertanian. (Idrus Alwi, 2014) memaparkan “*Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan, mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktivitas secara nyata yang kemudian masalah tersebut dipecahkan secara kelompok agar peserta didik mampu menemukan sendiri dari produk/tugas yang diberikan”. Pembuatan proyek ini tentu akan lebih baik jika pendekatan yang digunakan bersifat multidisiplin ilmu. Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) adalah salah satu pendekatan multidisiplin yang dapat diintegrasikan dalam pembuatan proyek.

Menurut (Afriana et al., 2016), *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) merupakan sebuah pendekatan disiplin ilmu yang terkait satu sama lain. STEM sebagai pendekatan interdisipliner yang menggabungkan sains, teknologi, enjineering dan matematika yang diterapkan berdasarkan konteks dunia nyata dalam pembelajaran berbasis masalah. STEM memfokuskan integrasi teknologi dan teknik ke dalam sains dan matematika yang selama ini berdiri sendiri (Kelley & Knowles, 2016). STEM mencakup pembelajaran yang kontekstual dan berbasis masalah yang menggabungkan empat disiplin ilmu secara menyeluruh melalui pendekatan pengajaran yang kohesif dan aktif (Rhodiatussholihah, 2018).

Pendidikan STEM merupakan pendekatan yang menyatukan bidang ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika. Beberapa dekade terakhir, gerakan reformasi pendidikan mengakui STEM sebagai salah satu penekanan utama dalam ilmu pendidikan. *Integrated* STEM menjadi penghubung sains, teknologi, teknik,

dan matematika untuk bersatu dan mendasari koneksi antara subjek dan masalah dunia nyata (Stohlmann et al., 2012). Tujuan pengintegrasian STEM yaitu memberikan siswa kesempatan membangun pengetahuan baru dan keterampilan pemecahan masalah melalui proses merancang secara efektif (Diana Laboy-Rush, 2010). Proses pembelajaran PjBL-STEM memiliki lima tahap pembelajaran seperti yang sudah dikembangkan oleh Laboy-Rush, yaitu:



Gambar 1. Sintak Model PjBL-STEM Laboy-Rush (2010)

Pada model pembelajaran proyek terintegrasi STEM, peserta didik belajar mengimplementasi pembelajaran berbasis proyek sedikit berbeda dengan yang sudah biasa dilakukan. Pada pembelajaran proyek terintegrasi STEM terdapat proses pikir, desain, buat, uji (PDBU). Pada saat pelaksanaan pembelajaran, setelah siswa selesai membuat proyek, peserta didik akan menguji proyek apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Jika tidak, maka mereka akan melakukan pendesainan ulang. Proses ini dilakukan karena pembelajaran STEM lebih menekankan pada tahap *engineering* atau rekayasa, namun tetap beririsan dengan proses ilmiah (*scientific process*). Tahap rekayasa ini adalah merancang suatu objek, proses, ataupun sistem yang menyesuaikan dengan kebutuhan atau keinginan manusia (Septiani, 2014).

Aspek penting dan menarik perhatian pada pembelajaran STEM adalah aspek *Engineering Design Process*. *Engineering Design Process* adalah salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengintegrasikan STEM ke dalam pembelajaran (English & King, 2015). *Engineering Design Process* merupakan proses siswa menggunakan pengetahuan STEM selama proses mendesain sesuatu agar dapat memecahkan masalah-masalah yang berhubungan dengan rekayasa produk (English

& King, 2015). Melalui aspek *Engineering Design Process* ini, peserta didik dapat mengapresiasi berbagai macam ide dan pendekatan sehingga masalah-masalah kompleks dapat dipecahkan dengan lebih dari satu solusi yang memungkinkan, serta dapat menggunakan berbagai alat representatif secara bervariasi untuk menghasilkan produk akhir yang diinginkan (*International Technology Education Association* (dalam [English & King, 2015](#)).

Siswa lulusan SMK melalui diterapkannya pembelajaran berbasis STEM diharapkan mempunyai keterampilan-keterampilan sebagai bekal untuk menghadapi persaingan global. Keterampilan-keterampilan dan kemampuan yang harus dimiliki antara lain yaitu keterampilan rekayasa. Dalam penelitian ([Schnittka & Bell, 2011](#)), pembelajaran dapat didukung oleh rekayasa sebagai pendekatan yang efektif, mampu memenuhi kebutuhan yang diinginkan melalui *Engineering Design Process* (EDP) yang merupakan proses merancang suatu sistem, komponen, atau proses yang diharapkan. EDP ini memiliki empat tahapan utama yakni pikir, desain, buat dan uji (PDBU). Jika keempat tahapan ini mampu dikuasai peserta didik dengan baik, maka produk yang dihasilkan akan bernilai ekonomis dan menumbuhkan sikap kewirausahaan yang baik dalam diri peserta didik.

Kewirausahaan atau *entrepreneurship* sebagai “*the backbone of economy*”, yang diartikan sebagai syaraf pusat perekonomian atau pengendali perekonomian suatu bangsa. Menurut Thomas W Zimmerer dalam [Rifai & Suchatiningsih \(2016\)](#) menyatakan bahwa “kewirausahaan merupakan penerapan kreativitas dan keinovasian untuk memecahkan permasalahan dan upaya untuk memanfaatkan peluang yang dihadapi sehari-hari. Kewirausahaan merupakan gabungan dari kreativitas, keinovasian dan keberanian menghadapi resiko yang dilakukan dengan cara kerja keras untuk membentuk dan memelihara usaha baru”.

Menurut ([Lestari, 2017](#)), terdapat beberapa sikap kewirausahaan (*entrepreneurship*) yang harus dimiliki oleh pengusaha, yaitu: 1) mengarahkan diri; 2) percaya diri; 3) berorientasi pada tindakan; 4) energik; dan 5) toleran.

Jiwa kewirausahaan seseorang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti yang dikemukakan oleh [Widiyatnoto \(2013\)](#) yaitu: (1) percaya diri (keyakinan); (2) optimis; (3) disiplin komitmen; (4) berinisiatif; (5) motivasi; (6) memiliki jiwa kepemimpinan; (7) berani mengambil resiko; (8) memiliki tanggung jawab; (9) *human relationship*.

([Suryana, Yuyus, Kartib, 2011](#)) menyatakan ciri-ciri yang dimiliki oleh seorang usahawan adalah sebagai berikut; (1) penuh percaya diri; (2) memiliki inisiatif; (3) memiliki motif berprestasi; (4) memiliki jiwa kepemimpinan; (5) berani mengambil resiko.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di jurusan Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian (APHP) SMK Negeri 1 Kuningan, menggunakan metode eksperimen (*experimental research*). Eksperimen semu (*quasi experiment*) dipilih sebagai jenis metode penelitian, sampel yang terpilih benar-benar representatif dan dapat mewakili populasi ([Fetters et al., 2013](#)). Dalam *quasi experiment*, digunakan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, dengan desain penelitian *Pretest-posttest control design*. Sampel yang digunakan dalam penelitian yaitu dua kelas yang terdiri atas kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sampel yang dipilih yaitu dua kelas XI APHP, dimana kelas XI APHP 3 sebagai kelas eksperimen yang mendapat perlakuan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM (PjBL-STEM), dan kelas XI APHP 2 sebagai kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran praktikum biasa (non PjBL-STEM). Peneliti mengambil sampel dengan cara *purposive random sampling*, yakni teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu, pertimbangan yang dimaksud adalah nilai rata-rata kemampuan akademik kedua sampel hampir sama. Di SMK Negeri 1 Kuningan tidak mengelompokkan peserta didik ke dalam kelas berdasarkan tingkat kemampuan (tidak ada kelas unggulan). Dengan demikian penyebaran siswa di sekolah ini heterogen sehingga dapat mewakili siswa dari tingkat kemampuan tinggi, sedang, dan rendah.

Pembelajaran dilakukan dengan mengintegrasikan pendekatan *science, technology, engineering and mathematics*, ke dalam pembelajaran *project based learning*, di kelas XI jurusan APHP SMK Negeri 1

Kuningan tahun ajaran 2021/2022, pada materi fermentasi sayuran dalam mata pelajaran pengolahan hasil nabati. Pendekatan STEM yang dilakukan dalam penelitian ini ialah penerapan *engineering design process* (EDP) yang terdiri dari tahap pikir, desain, buat, dan uji (PDBU) dalam pembuatan produk olahan sayuran berbasis fermentasi. Keterlaksanaan pembelajaran *project based learning* dengan integrasi STEM (PjBL-STEM) dinilai melalui observasi dengan menggunakan panduan pada lembar observasi guru.

Keterampilan rekayasa dinilai secara berkelompok dijang melalui lembar kerja proyek, video, dan hasil observasi peneliti dalam proses pengerjaan proyek fermentasi pada pembuatan produk makanan berbahan dasar sayuran, dengan indikator memahami masalah, membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah, membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah, menggeneralisasikan gagasan, menggambarkan gagasan, mempertimbangkan pilihan & membuat keputusan, melakukan eksperimen, menemukan bagian yang bermasalah saat eksperimen, dan merefleksikan proses. yang mengacu pada rubrik keterampilan rekayasa (*informed design learning and teaching matrix*) dari (Crismond & Adams, 2012). Dari setiap indikator yang dikemukakan (Crismond & Adams, 2012) tersebut dibuat rubrik penilaian keterampilan rekayasa dengan penilaian skor atau peringkat dari I sampai IV. Peringkat atau skor tersebut akhirnya akan mengkategorikan tingkat keterampilan rekayasa yang dimiliki siswa. Adapun masing-masing tingkatan keterampilan rekayasa tersebut ialah tingkat desainer pemula untuk peringkat I, tingkat desainer awal tumbuh untuk peringkat II, tingkat desainer berkembang untuk peringkat III dan tingkat desainer lanjut untuk peringkat teratas yaitu peringkat IV.

Kesiapan seseorang untuk merespon secara konsisten terhadap ciri-ciri yang dimiliki oleh seorang wirausaha adalah sikap kewirausahaan yang dijang pada penelitian ini. Sikap kewirausahaan siswa tersebut merujuk pada indikator sikap kewirausahaan yaitu percaya diri, berorientasi pada tugas dan hasil, berani mengambil resiko, berjiwa pemimpin, keorisinilan, dan berorientasi pada masa depan (Adaptasi dari Nickels dan Suryana). Sikap kewirausahaan dijang melalui skala sikap yang

berisi sejumlah pertanyaan yang bersesuaian dengan opsi sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan Pembelajaran Berbasis Proyek terintegrasi Sains, Teknologi, Enjineering, dan Matematika (PjBL-STEM)

Selama pemberian perlakuan, dilakukan penilaian keterlaksanaan integrasi sains, teknologi, enjineering dan matematika ke dalam pembelajaran berbasis proyek (PjBL-STEM) oleh dua orang observer dari guru produktif kompetensi APHP, dan subjek observasi nya adalah guru pengajar. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM yang dilakukan oleh guru adalah sebagai berikut:

Tahap awal pembelajaran adalah tahap *reflection*, dimana guru membimbing peserta didik untuk menemukan permasalahan. Pada tahap ini rangsangan awal diberikan kepada peserta didik untuk menemukan permasalahan, melalui diskusi dan tanya jawab, peserta didik dibimbing untuk menemukan permasalahan dari masalah yang dihadapi. Keterampilan yang dikuasai oleh peserta didik adalah kemampuan merumuskan masalah, menentukan variabel-variabel yang ada dalam rumusan masalah.

Tahap kedua pembelajaran adalah tahap *research*, dimana peserta didik dibimbing untuk menemukan solusi apa yang akan diambil untuk memecahkan masalah yang ditemukan dari tahap *reflection*. Metode yang digunakan dalam tahap ini adalah diskusi secara berkelompok. Agar diskusi lebih terarah peserta didik dibantu dengan pertanyaan-pertanyaan dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang mengarah pada solusi yang diharapkan. Selain itu pada tahap *research*, peserta didik juga diberikan kebebasan untuk mengakses sumber informasi lain seperti buku paket pembelajaran dan melalui internet.

Tahap ketiga pembelajaran adalah tahap *application*, dimana tahap ini dilakukan dengan metode praktikum. Tahap *application* diawali dengan membuat rancangan atau formula yang akan digunakan untuk membuat produk olahan fermentasi sayuran, setelah diperoleh rancangan terbaik kemudian peserta didik mempraktekkan langsung formula yang dipilih, menguji produk yang dihasilkan serta melakukan evaluasi apakah hasil praktek sesuai dengan rancangan

awal atau tidak, serta merefleksikan apakah kelebihan dan kekurangan dari praktek yang sudah dilakukan. Dari tahap *application* peserta didik mampu menguasai keterampilan proses sains terkait dengan merancang praktikum, menggunakan alat dan bahan dalam praktikum, dan menguji hasil praktek.

Tahap akhir pembelajaran adalah tahap *communication*, dimana peserta didik pada tahap ini melaporkan hasil proyek yang sudah dilakukan dan berdiskusi bersama dalam kelas. Dari tahap *communication* ini peserta didik mampu menguasai keterampilan berkomunikasi baik secara lisan maupun tertulis. Hasil pengamatan terhadap keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM, memperlihatkan bahwa guru sudah dapat melaksanakan pembelajaran berbasis proyek dengan mengintegrasikan pendekatan STEM di dalamnya dengan kriteria baik sekali, karena semua tahapan pembelajaran dari langkah-langkah pembelajaran dapat dilaksanakan.

Perbedaan Perkembangan Keterampilan Rekayasa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Data yang digunakan adalah data observasi keterampilan rekayasa selama pembelajaran. Gambaran umum hasil observasi awal (*pretest*) keterampilan rekayasa siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Deskripsi Rata-rata Keterampilan Rekayasa Per Indikator Pretest

Indikator Keterampilan Rekayasa	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Memahami masalah.	2,20	2,00
Membangun pengetahuan.	2,20	2,00
Menghasilkan gagasan.	2,20	2,20
Menggambarkan gagasan.	3,00	2,00
Membuat keputusan.	2,20	2,20
Membuat produk	2,80	2,40
Menentukan bagian bermasalah	2,20	2,00

Merefleksikan proses	2,20	2,00
Rata-rata	2,40	2,10

Terdapat perbedaan capaian rata-rata untuk setiap indikator keterampilan rekayasa peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. capaian tertinggi pada kelas kontrol adalah pada indikator keenam yaitu membuat produk, sedangkan capaian indikator tertinggi pada kelas eksperimen adalah pada indikator 4 yaitu menggambarkan gagasan dalam pembuatan formula.

Untuk memperkuat data peningkatan keterampilan rekayasa siswa, dilaksanakan penilaian setelah pembelajaran (*post test*). Adapun gambaran umum dari hasil *post test* keterampilan rekayasa siswa dapat dipaparkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Deskripsi Rata-rata Keterampilan Rekayasa Per Indikator Posttest

Indikator Keterampilan Rekayasa	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Memahami masalah.	3,40	3,00
Membangun pengetahuan.	3,40	2,60
Menghasilkan gagasan.	3,20	2,80
Menggambarkan gagasan.	4,00	3,00
Membuat keputusan.	3,60	2,40
Membuat produk	4,00	3,20
Menentukan bagian bermasalah	3,60	2,40
Merefleksikan proses	4,00	2,20
Rata-rata	3,65	2,70

Terdapat perbedaan capaian rata-rata untuk setiap indikator keterampilan rekayasa peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. capaian tertinggi pada kelas kontrol adalah pada indikator keenam yaitu membuat produk, sedangkan capaian indikator tertinggi pada kelas eksperimen adalah pada indikator 4 (menggambarkan gagasan dalam pembuatan

formula), indikator 6 (membuat produk), dan indikator 8 (merefleksikan proses).

1) Indikator memahami masalah

Indikator pertama memahami masalah, untuk kelas kontrol dan kelas eksperimen berada pada kategori yang sama untuk keterampilan rekayasanya yakni pada level kategori desainer berkembang (*developing designer*), meskipun secara analisis perhitungan terdapat perbedaan skor yaitu skor 3 untuk kelas kontrol dan 3,4 untuk kelas eksperimen. Hal ini terjadi karena pada awal pembelajaran untuk menentukan masalah apa yang dihadapi, pendekatan pembelajaran baik pada kelas kontrol dan eksperimen menuntut peserta didik untuk benar-benar memahami terlebih dahulu masalah apa yang akan dipelajari dan dicarikan solusinya. Pada kelas kontrol, guru menggunakan pendekatan diskusi untuk menuntun siswa menemukan masalahnya, hal ini juga sama dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM yang digunakan pada kelas eksperimen, dimana tahap awal adalah *reflection*, menuntun siswa menemukan dan memahami masalah yang diberikan. Selain itu, secara umum pembelajaran yang dilakukan sehari-hari sudah terbiasa diawali dengan permasalahan yang diberikan, sehingga level untuk keterampilan rekayasa pada indikator menemukan masalah sudah cukup baik dengan berada pada kategori desainer berkembang (*developing designer*). Tetapi meskipun berada pada level yang sama, ternyata indikator menemukan masalah secara hasil perhitungan, untuk kelas eksperimen berkembang lebih baik di atas kelas kontrol. Hal ini terlihat pada perbedaan rata-rata skor yang diperoleh yaitu skor 3 untuk kelas kontrol dan skor 3,4 untuk kelas eksperimen.

2) Indikator membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan diantara kedua kelas, sehingga terdapat perbedaan level kategori, kategori desainer awal tumbuh untuk kelas kontrol dan kategori desainer berkembang pada kelas eksperimen. Perbedaan perkembangan keterampilan rekayasa terjadi karena pada

kelas eksperimen melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek terdapat tahap *research*, dimana peserta didik dengan bimbingan guru pengajar dituntut untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan terhadap permasalahan yang dihadapi, mengembangkan pemahaman konseptual yang relevan dengan solusi yang akan diambil. Pada tahap ini siswa diberikan seluas-luasnya kesempatan untuk mengembangkan kemampuan literasinya dengan mengkaji berbagai sumber informasi. Selain itu dengan terintegrasi nya STEM pada pembelajaran, peserta didik dituntut agar menemukan gagasan secara multi didiplin ilmu dengan menggabungkan aspek sains, teknologi, engineering dan matematika.

3) Indikator menghasilkan gagasan

Perbedaan Perbedaan tingkat perkembangan keterampilan rekayasa pada indikator menghasilkan gagasan ini sejalan dari perkembangan pada indikator sebelumnya yaitu indikator membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah. Dengan integrasi dari keempat bagian STEM, sama seperti halnya hasil dari kajian sebelumnya, peserta didik mampu menghasilkan beragam gagasan yang lebih baik, mereka tidak hanya menghasilkan satu gagasan dari satu unsur saja tetapi dapat mengkombinasikan dengan unsur lain, dengan integrasi STEM dalam pembelajaran membuktikan bahwa gagasan peserta didik semakin banyak dan beragam.

4) Indikator menggambarkan gagasan dalam pembuatan formula.

Salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan perolehan skor ini adalah pada kelas kontrol, dalam membuat formula untuk proses pengolahan, peserta didik tidak diberikan kebebasan untuk mengembangkan gagasan dan ide-ide nya karena dalam lembar kerja peserta didik yang biasa digunakan sudah dicantumkan formula standar yang harus di praktekkan oleh peserta didik, sehingga ketika dihadapkan pada persoalan untuk mengembangkan gagasan dalam pembuatan formula mereka tidak bisa melakukannya dengan baik. Praktikum

yang biasa dilakukan dalam pembelajaran sehari-hari biasanya sudah mencantumkan formula baku yang harus dilakukan, peserta didik tidak dituntut untuk menganalisis dan mengembangkan formula nya sendiri. Berbeda dengan perlakuan pada kelas eksperimen dimana lembar kerja peserta didik yang digunakan memfasilitasi peserta didik untuk secara bebas mengembangkan gagasan dan ide membuat formula yang akan dipraktikkan.

- 5) Indikator mempertimbangkan pilihan dan membuat keputusan.

Pada indikator ini, jelas terlihat bahwa perolehan skor di kelas eksperimen jauh lebih baik dibanding dengan kelas kontrol. Perbedaan perolehan skor ini dapat terjadi sebagai akibat dari perkembangan keterampilan rekayasa pada indikator sebelumnya yaitu indikator mengembangkan gagasan dalam pembuatan formula. Sebagaimana telah dijelaskan pada indikator keempat di atas, di kelas eksperimen muncul beragam formula yang dapat dikembangkan, sehingga melalui diskusi dan analisis kelebihan dan kekurangan dari setiap formula yang dihasilkan, peserta didik mampu memutuskan dan memilih formula mana yang dianggap tepat dan terbaik untuk digunakan. Dengan integrasi STEM pada saat penyusunan formula, membantu peserta didik untuk mempertimbangkan dengan tepat keputusan yang diambil karena mereka melihat tidak hanya dari satu faktor tetapi dari beberapa faktor. Dengan pembiasaan melihat sesuatu secara multidisiplin inilah peserta didik dapat membuat keputusan yang tepat dan memilih formula terbaik untuk dipraktikkan.

- 6) Indikator membuat produk.

Pada indikator membuat produk inilah peserta didik di kelas eksperimen mampu mengembangkan kemampuannya sehingga mencapai nilai maksimal, hal ini didasari dari ketepatan membuat keputusan sebagaimana pada indikator sebelumnya. Dengan menganalisis terlebih dahulu formula mana yang dianggap paling tepat, maka pada saat membuat produk, peserta didik tidak mengalami kesulitan yang berarti, mereka telah memahami dengan

baik segala hal yang harus dilakukan dalam prakteknya membuat produk, mulai dari pemilihan alat dan bahan, menghitung formula dan prosedur kerja yang harus dilakukan. Dalam proses pelaksanaan praktek pembuatan produk olahan, peserta didik di kelas eksperimen lebih terarah dan lebih tertib, sehingga waktu pelaksanaan praktek pun lebih cepat. Sedangkan untuk kelas kontrol, indikator membuat produk juga mendapat perolehan skor yang cukup baik, hal ini disebabkan karena untuk jenjang pendidikan di SMK, peserta didik sudah terbiasa untuk melakukan praktek dalam pembelajaran sehari-harinya.

- 7) Indikator menemukan bagian yang bermasalah dalam proses dilakukan.

Perbedaan perolehan skor di kedua kelas ini disebabkan karena pada kelas kontrol dari awal pembelajaran mereka terbiasa memperoleh langsung formula standar yang sudah baku, kurang menganalisis dan melakukan riset mendalam dari formula yang diberikan, akibatnya saat dihadapkan pada masalah yang terjadi selama proses pengolahan yang dilakukan, peserta didik kurang memahami apa dan bagaimana cara memperbaiki atau menyelesaikan masalah tersebut. Hal ini berbeda dengan peserta didik di kelas eksperimen, karena dari awal mereka sudah terbiasa melakukan riset dan merancang sendiri formula yang akan digunakan dalam proses pengolahan, maka pada saat dihadapkan dengan masalah yang timbul saat praktek, mereka menjadi terbiasa menemukan bagian mana yang dianggap tidak sesuai dengan keinginan dan rancangan yang telah dibuat. Peserta didik dapat mengembangkan indikator ini karena adanya motivasi belajar peserta didik yang semakin meningkat. Hal ini senada dengan hasil penelitian ([Kuswanda et al., 2020](#)), yang menyatakan bahwa perilaku positif siswa dalam kegiatan pembelajaran di setiap sintaks pembelajaran berbasis penelitian disebabkan guru berhasil membuktikan pengalaman belajar sebagai proses refleksi diri dan berkomitmen bahwa siswa akan membuat perubahan dalam perilaku mereka. Selama proses praktek, peserta didik di kelas eksperimen berhasil memperbaiki bagian yang dianggap

bermasalah dan tidak sesuai, sehingga produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan rancangan awal yang telah disusunnya.

- 8) Indikator merefleksikan proses Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM yang dilakukan pada kelas eksperimen, peserta didik dibiasakan untuk selalu merefleksikan semua proses yang dilakukan. Setiap tahapan proses pembelajar dalam PjBL-STEM, menuntut peserta didik agar terbiasa dengan menganalisis apa yang dikerjakan, selain itu penggunaan LKPD dalam pembelajaran PjBL-STEM dapat mengarahkan siswa untuk senantiasa menganalisis kelebihan dan kekurangan dalam setiap rancangan formula yang digunakannya. Pentingnya penggunaan LKPD dalam PjBL didukung oleh penelitian yang dilakukan ([Hindriana, 2020](#)) yang menyatakan bahwa LKP berbasis diagram vee juga memfasilitasi siswa dalam menerapkan hasil praktikum dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dikarenakan LKP mengarahkan siswa untuk mendapat perolehan nilai (valuasi) yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah perlakuan dengan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM terjadi peningkatan penguasaan keterampilan rekayasa siswa untuk setiap indikator. Peningkatan penguasaan keterampilan rekayasa siswa kelas XI SMK pada materi fermentasi sayuran setelah diterapkannya pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM (PjBL-STEM) ditentukan dengan rerata gain ternormalisasi ($<g>$) yang diperoleh dari hasil *pretest* dan *post test* observasi keterampilan rekayasa peserta didik.

Dari hasil analisis perkembangan setiap indikator keterampilan rekayasa yang sudah dilakukan di atas, tampak jelas bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa perkembangan keterampilan rekayasa peserta didik di kelas eksperimen lebih baik dibandingkan perkembangan keterampilan rekayasa peserta didik pada kelas kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh ([Rukoyah, S., 2020](#)) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM memiliki dampak yang lebih baik terhadap keterampilan rekayasa peserta didik, karena melalui proses rekayasa

yang terdiri dari tahap Pikir, Desain, Buat dan Uji (PDBU) yang sistematis melatih peserta didik untuk memahami masalah dengan baik, memiliki banyak gagasan atau ide, solusi, dan menuangkan gagasan dengan desain yang lebih terarah dan terencana, membuat produk sesuai dengan rancangan solusi dan rancangan yang telah dimiliki dan disempurnakan melalui tahap proses pengujian.

Analisis Sikap Kewirausahaan Siswa

Penelitian ini menganalisis sikap kewirausahaan siswa pada saat pembelajaran materi fermentasi sayuran yang dilaksanakan baik pada peserta didik di kelas eksperimen maupun peserta didik di kelas kontrol. Sikap kewirausahaan yang diukur merujuk pada indikator sikap kewirausahaan yang diukur yaitu percaya diri, berorientasi pada tugas dan hasil, berani mengambil resiko, berjiwa pemimpin, keorisinilan, dan berorientasi pada masa depan.

Table 3. Analisis Sikap Kewirausahaan Siswa

Indikator	Kelas Eksperimen (%)	Kelas Kontrol (%)
Percaya diri.	72,24	69,73
Orientasi pada tugas dan hasil.	80,02	77,73
Berani mengambil resiko.	75,24	71,09
Berjiwa pemimpin.	80,88	73,63
Keorisinilan (inovatif)	85,54	77,60
Berorientasi pada masa depan.	76,05	61,83

Pada indikator percaya diri, peserta didik memiliki rasa percaya diri saat membuat produk dan menjual hasilnya, sehingga yakin akan kemampuan berwirausahanya. Pada indikator orientasi pada tugas dan hasil, peserta didik setelah mengalami pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM mampu membuat produk yang sesuai dengan harapan dan keinginannya, produk yang dihasilkan jauh lebih disukai oleh konsumen, sehingga mereka mampu mencapai target wirausaha yang direncanakannya. Penelitian yang dilakukan

(Meita *et al.*, 2018), memperoleh hasil bahwa penerapan PjBL terintegrasi STEM mampu memberikan pengalaman bagi peserta didik untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan standar sekolah dan industri serta memiliki kesiapan sebelum terjun ke dunia industri.

Pada indikator berani mengambil resiko, peserta didik sudah berani membuat hal baru dalam pembuatan produknya, memikirkan resiko-resiko apa saja yang akan dihadapi dan mampu membuat target yang maksimal untuk meminimalkan resiko buruk yang mungkin timbul. Pada indikator berjiwa pemimpin, saat berkelompok membuat produk, mereka mampu bekerja sama dan berhasil peserta mengendalikan dirinya untuk berusaha semaksimal mungkin membuat produk yang benar-benar diterima oleh konsumen, serta masing-masing bertanggungjawab terhadap apa yang menjadi tugasnya. Pada indikator keorisinilan dan inovatif, peserta didik melalui pembelajaran yang telah dilakukan berhasil membuat produk baru sebagai buah karya pemikiran mereka dengan sangat baik, integrasi dan kolaborasi unsur STEM dalam pembelajaran telah mampu menghasilkan berbagai macam inovasi produk, sehingga indikator inilah yang memperoleh skor penilaian tertinggi. “Karakteristik dari STEM yaitu menekankan pada proses mendesain *engineering* atau merekayasa adalah pendekatan yang sistematis dalam mengembangkan solusi dari masalah dengan *well define outcome*, yaitu menentukan solusi atau proses terbaik dari ide-ide yang muncul” (Poppy K, 2019).

Pada indikator orientasi pada masa depan, peserta didik merasa yakin bahwa melalui pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM, produk yang dihasilkan akan memuaskan dan diterima dengan baik, mampu mengembangkan produk sejenis dengan hasil yang jauh lebih baik, berani menjual produk yang dihasilkan, sehingga mereka yakin dapat mengembangkan jiwa kewirausahaannya. Hasil ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh (Adhimah, 2022), pengembangan PjBL pada materi produksi pengelolaan perkebunan dan herbal dapat meningkatkan sikap kewirausahaan siswa di SMK Negeri 2 Batu.

Secara umum hasil penelitian ini mampu mengembangkan sikap kewirausahaan siswa dengan lebih baik. Setelah diterapkan perlakuan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi

STEM, peserta didik mampu menghasilkan produk terbaik yang dapat diterima dengan baik oleh konsumen sehingga hal ini menambah kepercayaan diri untuk terus berinovasi mengembangkan produk sejenis yang pada akhirnya menumbuhkan sikap kewirausahaan yang baik. Hasil penelitian yang dilakukan Triastuti (2019), menunjukkan hasil yang sama yaitu keterampilan berfikir kreatif dan semangat wirausaha peserta didik dapat dilatih melalui penerapan model pembelajaran STEM PjBL pada topik pembuatan *ice cream*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM (PjBL-STEM) dapat meningkatkan keterampilan rekayasa dan sikap kewirausahaan. Terdapat perbedaan perkembangan keterampilan rekayasa siswa di kelas yang diimplementasikan pembelajaran PjBL-STEM dan di kelas yang non PjBL-STEM, dimana keterampilan rekayasa siswa di kelas PjBL-STEM menunjukkan hasil yang lebih baik daripada kelas non PjBL-STEM. Pada kelas PjBL-STEM rata-rata keterampilan rekayasa siswa berada pada tingkat berkembang (*developing designer*), bahkan untuk beberapa indikator mencapai level tertinggi keterampilan rekayasa yakni berada pada kategori desainer lanjut (*informed designer*), sedangkan pada kelas non PjBL-STEM keterampilan rekayasa siswa hanya berada pada tingkat desainer awal tumbuh (*emerged designer*).

Sikap kewirausahaan peserta didik pada kelas eksperimen memperoleh rata-rata 78,33 dan kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata 71,94, menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki sikap kewirausahaan lebih baik dibandingkan kelas kontrol.

REFERENSI

- Adhimah, M. F. (2022). Pengembangan PJBL Produksi Pengelolaan Perkebunan dan Herbal Untuk Peningkatan Sikap Kewirausahaan Di SMK Negeri 2 Batu. *Pendidikan Taman Widya Humaniora (JPTWH)*, 1(2), 460–478.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to stem to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261–267.

- <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x>
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Fetters, M. D., Curry, L. A., & Creswell, J. W. (2013). Achieving integration in mixed methods designs - Principles and practices. *Health Services Research*. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12117>
- Hindriana, A. F. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Berbasis Diagram Vee Guna Memfasilitasi Kegiatan Laboratorium Secara Bermakna. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(1), 62. <https://doi.org/10.25134/quagga.v12i1.2331>
- Idrus Alwi. (2014). *Panduan Implementasi Kurikulum 2013*.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kuswanda, L., Hindriana, A. F., Dani, A. H., Ismana, M. F., & Hidayat, A. (2020). Implementation of Self Assessment to Increase the Science Process Skills and the High-Level Cognitive Abilities on Plants Growth and Development through Research-Based Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042053>
- Lestari, D. (2017). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis Stem Terhadap Keterampilan Rekayasa Dan Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Pencemaran* 77–81. <http://repository.upi.edu/id/eprint/31429>
- Meita, L., Furi, I., Handayani, S., Maharani, S., Pendidikan, P., Agroindustri, T., Teknologi, P., & Kejuruan, D. (2018). EKSPERIMEN MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING DAN PROJECT BASED LEARNING TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR DAN KREATIVITAS SISWA PADA KOMPETENSI DASAR TEKNOLOGI PENGOLAHAN SUSU. In *Jurnal Penelitian Pendidikan* (Vol. 35).
- Poppy, K. (2019). *Karakteristik Pembelajaran STEM*. Hand Out SEAMEO Regional Center for QITEP in Science. Bandung
- Rhodiatussholihah. (2018). Pengaruh Pendekatan Integrated Science Technology Engineering Mathematics (STEM) terhadap High Order Thinking Skills (HOTS) Siswa SMA pada Konsep Hukum Newton. *Tesis*. Universitas Islam Negeri. Jakarta.
- Rifai, I.A., Sucihatiningsih, D.W.P. (2016). Pengaruh Pendidikan Kewirausahaan dan Pelaksanaan Kegiatan Business Center Terhadap Minat Berwirausaha Siswa Kelas XI Jurusan Pemasaran SMK Negeri 2 Semarang. *Journal of Economic Education*. 5(1): 39-51.
- Rukoyah, S., O. (2020). *Pembelajaran Berbasis STEM untuk Membangun Keterampilan Rekayasa dan Kemampuan Engineering Productivity Siswa*.
- Rush, Diana Laboy. (2010). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. www.learning.com. Diakses tanggal 21 Juni 2021
- Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.529177>
- Septiani, A. (2014). Penerapan Asesmen Kinerja Dalam Pendekatan STEM (Sains Teknologi Engineering Matematika). *Jurnal Penelitian Sains Dan Teknologi*, 1(1), 654–659.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Suryana, Yuyus. Kartib, B. (2011). *Kewirausahaan: Pendekatan Karakteristik Wirausahawan Sukses* (1st ed.). Kencana.
- Triastuti, E. (2019). Model Pembelajaran STEM

PJBL pada Pembuatan Ice Cream Melatih Keterampilan Berfikir Kreatif dan Wirausaha. *Ideguru : Jurnal Karya Ilmiah Guru*. 5(2): 67-74.

Widiyatnoto, E. (2013). The Influence of Entrepreneurial Spirit and Family Culture on Entrepreneurial Interest in Students of SMKN 1 Wonosari and SMKN 2 Wonosari. *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta.